

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005年10月6日 (06.10.2005)

PCT

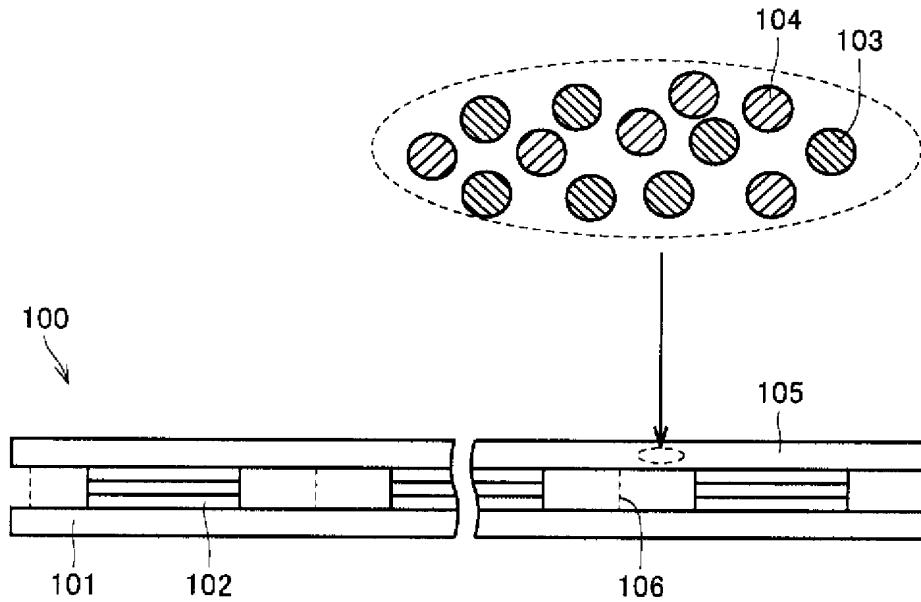
(10) 国際公開番号  
WO 2005/093860 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 33/00, C09K 11/08, 11/62, 11/64, H01S 5/022
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005103
- (22) 国際出願日: 2005年3月22日 (22.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-092961 2004年3月26日 (26.03.2004) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): シャープ  
株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒  
5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
Osaka (JP).
- (71) 出願人および  
発明者: 田部 勢津久 (TANABE, Setsuhisa) [JP/JP];  
〒6038214 京都府京都市北区紫野雲林院町83  
パークシティ北大路227 Kyoto (JP). 川上 養一  
(KAWAKAMI, Yoichi) [JP/JP]; 〒5250029 滋賀県草津  
市下笠町665-6 Shiga (JP). 藤田 静雄 (FUJITA,  
Shizuo) [JP/JP]; 〒6190232 京都府相楽郡精華町  
桜が丘4-7-21 Kyoto (JP). 船戸 充 (FUNATO,  
Mitsuru) [JP/JP]; 〒6158084 京都府京都市西京区桂  
町48-3 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および  
発明者/出願人(米国についてのみ): 齊藤 肇  
(SAITO, Hajime) [JP/JP]; 〒6320094 奈良県天理市  
前裁町318-3 Nara (JP). 種谷 元隆 (TANEYA,  
Mototaka) [JP/JP]; 〒6310001 奈良県奈良市北登  
美ヶ丘1-12-5 Nara (JP). 湯浅 貴之 (YUASA,  
Takayuki) [JP/JP]; 〒6360131 奈良県生駒郡斑鳩町

/続葉有/

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光装置



(57) Abstract: Disclosed is a light-emitting device (100) comprising a semiconductor excitation light source (102) emitting blue-violet light and a solid material illuminant (105) having an absorbent (103) for the blue-violet light containing samarium (Sm). With such a constitution, the light-emitting device (100) has high efficiency, long life and excellent color rendering properties.

(57) 要約: 青紫色発光を呈する半導体励起光源(102)と、サマリウム(Sm)を含む前記青紫色発光の吸収体(103)を有する固体材料発光体(105)とを備えることにより、高効率、長寿命で演色性に優れた発光装置(100)を提供する。

WO 2005/093860 A1



服部 2-9 Nara (JP). 両輪 達也 (RYOWA, Tatsuya) [JP/JP]; 〒 5430024 大阪府大阪市天王寺区舟橋町 4-1 6-4 0 1 Osaka (JP).

(74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒 5300054 大阪府大阪市北区南森町 2 丁目 1 番 2 9 号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

## 明細書

## 発光装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、発光装置に関し、特に照明用途に用いられる可視光あるいは白色光を呈する発光装置に関する。

## 背景技術

[0002] 従来より、可視光発光装置として固体励起光源により蛍光体を励起して可視多色発光や白色発光を得る試みがなされている。たとえば、特許文献1には、GaN系半導体を用いたブロードエリアレーザを励起光源とし、蛍光体として希土類元素で付活されたYAG(イットリウム・アルミニウム・ガーネット)を用いて可視あるいは白色発光を得る発光装置が開示されている。ここで、GaN系半導体とは、III族元素であるGa、Al、Inの窒化物およびこれらの混晶を含む半導体を指す。

特許文献1:特開2002-9402号公報

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

[0003] 発光材料として希土類元素で付活させた蛍光体(希土類付活蛍光体)は、発光効率と色純度に優れる利点を有するが、希土類元素の多くは主吸収帯が380nm以下の紫外領域にあるため、このような蛍光体を効率的に励起するためには紫外光励起光源が必要となる。しかしながら励起光が紫外光を含むと、発光材料の分散媒質として通常使用される汎用的な樹脂(たとえば、エポキシ、アクリル樹脂など)が紫外線によって劣化しやすいため、これを用いた発光装置の信頼性が低下するという不具合があり、励起光源として紫外光を用いるのは望ましくない。

[0004] 一方、GaN系半導体発光素子は、小型・長寿命な固体励起光源として近年盛んに利用されている。しかしながら、GaN系半導体発光素子は380～450nmの青紫色発光の外部量子効率が高く、特には405nmに外部量子効率の最大値を有している。このため、上記の希土類元素付活蛍光体の励起光源としては励起効率が著しく低い。

[0005] GaN系半導体を380nm以短の紫外領域で発光させるには、発光層をAlGaNで構成してワイドギャップ化する手法が考えられるが、AlGaN発光層は発光効率が低く、また結晶成長が難しいため欠陥を多く含み、信頼性に乏しい。

[0006] 上記のように、希土類付活蛍光体をGaN系半導体発光素子で励起して用いる発光装置は、発光効率と信頼性の点で問題を有していた。

[0007] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、高効率、長寿命で演色性に優れた発光装置を提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の発光装置は、青紫色発光を呈する半導体励起光源と、サマリウム(Sm)を含む前記青紫色発光の吸収体を有する固体材料発光体とを備えることを特徴とする。

[0009] ここにおいて、前記青紫色発光は、ピーク波長を398～412nmに有することが好ましい。

[0010] 本発明の発光装置における前記青紫色発光を呈する半導体励起光源は、InGaN半導体を活性層とする半導体レーザ素子であるのが好ましい。

[0011] また本発明の発光装置における前記固体材料発光体は、カチオンとしてSc、Yまたは典型元素を含み、かつ、アニオンとしてN、OおよびSのうち少なくとも1つを含むのが好ましい。中でも、(1)アニオンとしてNおよびOをともに含むものであるか、(2)Ga、InおよびAlの窒化物のうち少なくとも1つを含むものであるか、または、(3)Y、Si、AlおよびZnの酸化物のうち少なくとも1つを含むものであるのがより好ましい。

[0012] 本発明の発光装置における固体材料発光体は、ピーク波長を600～670nmに有する赤色蛍光体と、ピーク波長を500～550nmに有する緑色蛍光体と、ピーク波長を450～480nmに有する青色蛍光体とを含むものであるのが好ましい。

[0013] また、固体材料発光体における前記赤色蛍光体、前記緑色蛍光体および前記青色蛍光体は、希土類元素を含んでなるのがより好ましい。

[0014] さらに、固体材料発光体における赤色蛍光体は、SmおよびEuの少なくともいずれかを含むのが特に好ましい。

#### 発明の効果

- [0015] 本発明の発光装置は、青紫色発光を呈する半導体励起光源と、この半導体励起光源によって励起される固体材料発光体とを基本的に備え、当該固体材料発光体が、Smを含む発光吸収体を有している。Smは、405nm付近に光吸収のピークを有するため、青紫色励起光を高い効率で吸収する。よって、このような半導体励起光源と固体材料発光体とを備えることで、発光体を高効率に励起する発光装置を実現することができる。このような本発明の発光装置によれば、従来と比較して格段に高効率、長寿命であり、演色性に優れた発光装置を提供することができる。
- [0016] 本発明の発光装置において、前記青紫色発光がピーク波長を398～412nmに有することにより、発光ピーク波長がSmの吸収ピーク波長とほぼ重なるため、Smが励起光を効率よく吸収することができる。
- [0017] 本発明の発光装置において、前記青紫色発光を呈する半導体励起光源がInGaN半導体を発光層とする半導体発光素子であれば、発光スペクトルがSmの吸収ピークスペクトルとほぼ一致し、さらに発光素子として高い外部量子効率を有し、外部量子効率の最大値を405nmに有するため、最も少ない電力で最大の発光効率を得ることができる。また、発光素子が半導体レーザ素子であれば、発振のスペクトル線幅が狭いため、Smの吸収ピークを効率的に励起することができる。
- [0018] 本発明の発光装置において、前記固体材料発光体がカチオンとしてSc、Yまたは典型元素を含み、かつ、アニオンとしてN、OおよびSのうち少なくとも1つを含むことにより、Smの吸収効率および発光体の発光効率を高くすることができる。
- [0019] 前記固体材料発光体がアニオンとしてNおよびOを共に含む場合には、窒化物ホスト材料が有する化学的安定性、低損失性と、酸化物ホスト材料が有する生産性とを兼ね備えることができ、発光効率とコスト性に優れた発光装置を実現することができる。  
。
- [0020] また前記固体材料発光体がGa、InおよびAlの窒化物のうち少なくとも1つを含む場合には、Smの吸収効率および発光効率をさらに向上させることができる。また、窒化物は化学的に安定であるため、信頼性に優れた発光装置を実現することができる。  
。
- [0021] さらに前記固体材料発光体がY、Si、AlおよびZnの酸化物のうち少なくとも1つを

含む場合には、Smの吸収効率および発光効率を向上させることができる。特に、後述するようにSmを赤色蛍光体としても用いる場合には、赤色純度の高い650nmピークを主波長とすることができます、白色発光における色温度を向上させて優れた演色性を得ることができる。

[0022] 本発明の発光装置においては、好ましくは、前記固体材料発光体が、ピーク波長を600～670nmに有する赤色蛍光体と、ピーク波長を500～550nmに有する緑色蛍光体と、ピーク波長を450～480nmに有する青色蛍光体とを含む。これによって、色温度の高い白色発光を得ることができます、結果として演色性に優れた照明装置を製造することができる。

[0023] また前記赤色蛍光体、前記緑色蛍光体および前記青色蛍光体が希土類元素を含んでなることにより、白色発光を構成する三原色(R, G, B)を簡便に得ることができます、利点がある。

[0024] さらに、前記赤色蛍光体がSmおよびEuの少なくともいずれかを含んでいる場合には、色純度が高く発光効率の高い赤色発光を得ることができます。特に白色発光を得る場合、赤色発光は青紫色発光に比べ発光効率が劣るので、赤色蛍光体をSmおよびEuを含んで構成することにより、白色発光の効率を向上させることができます。

#### 図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の好ましい第一の例の発光装置100を簡略化して示す構造断面図である。

[図2]本発明の発光装置において吸収体として付活されたSmの励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。

[図3]本発明の好ましい第二の例の発光装置201を簡略化して示す構造斜視図である。

[図4]本発明の好ましい第三の例の発光装置301を簡略化して示す構造斜視図である。

#### 符号の説明

[0026] 100, 201, 301 発光装置、102, 205, 305 青紫色発光素子、103, 204, 306 Sm発光吸収体、104, 205, 307 蛍光体、105, 202, 304 発光体。

## 発明を実施するための最良の形態

[0027] 図1は、本発明の好ましい第一の例の発光装置100を簡略化して示す構造断面図である。また図2は、本発明の発光装置において吸収体として付活されたSmの励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。本発明の発光装置100は、青紫色発光を呈する半導体励起光源(以下、単に「青紫色発光素子」と呼称する。)102と、サマリウム(Sm)を含み、前記青紫色発光を吸収し励起される発光吸収体(以下、「Sm発光吸収体」と呼称する。)103を有する固体材料発光体(以下、単に「発光体」と呼称する。)105とを基本的に備えるSm発光吸収体103はサマリウム原子であってもよく、また適当なホスト材料に付活させた粒子の状態であってよい。図2に示すように、Smは405nm付近に吸収ピークを有している。そして本発明の発光装置においては、このようなSm発光吸収体を有する発光体を励起させる光源として、青紫色発光素子を用いる。青紫色発光素子が呈する青紫色発光は、発光体におけるSmに吸収され、この吸収された光エネルギーは、Smの内殻遷移によって放射されるので、損失は非常に少ない。このような構成を備える本発明の発光装置によれば、従来と比較して格段に高効率、長寿命であり、演色性に優れた発光装置を提供することができる。また本発明の発光装置100においては、発光体105がSm以外の発光材料(たとえば、La、Ce、Pr、Nd、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luなどの希土類元素およびMn、Cr、V、Tiなどの遷移元素から選ばれる少なくともいずれか)を含み、Smからも当該発光材料に吸収エネルギーを遷移させて発光を得るようにもよい。この場合においても、Smの青紫色吸収率が高いため、従来に比べて高い発光効率を得ることもできる。

[0028] 前記発光体におけるSmの含有量(付活濃度)は、特に制限されるものではないが、0.01～10mol%であるのが好ましく、0.1～5mol%であるのがより好ましく、0.1～0.2mol%であるのが特に好ましい。Smの含有量が0.01mol%未満であると、青紫色励起光を十分吸収できない傾向にあるためであり、また、Smの含有量が10mol%を越えると、光吸収と発光がSm原子間で相互に影響し合い、発光効率が低下する傾向にあるためである。なお、後述するようにSmを赤色蛍光体としても使用する場合には、さらに0.1～10mol%の範囲で上記範囲よりも多くSmを含んでなるの

が好ましい。かかる範囲内の付活濃度を有するSmを含む発光装置は、たとえば酸化サマリウム、塩化サマリウム、硝酸サマリウムなどのSm化合物をかかる濃度範囲で添加し焼成した発光体105材料の微粒子を、ガラスや樹脂などの支持体に均一分散させることで実現することができる。あるいは、Sm化合物をかかる濃度範囲で添加した発光体105材料の粉末を焼結してターゲットを作製し、レーザアブレーション法やスパッタ法など公知の薄膜形成手法により薄膜化してもよい。

- [0029] 本発明において光源として用いる青紫色発光素子は、Smの吸収ピークスペクトルに発光ピークを有することが好ましい。これにより、青紫色発光素子の発光ピーク波長がSmの吸収ピーク波長とほぼ重なるため、発光体においてSmが励起光を効率よく吸収できるようになる。具体的には、本発明における青紫色発光は、ピーク波長を398～412nmに有することが好ましい。ピーク波長がこの範囲から外れると、励起光の大部分がSmに吸収されなくなるため、発光効率が低下する虞がある。
- [0030] 前記範囲内のピーク波長を実現できる青紫色発光素子としては、窒化物であるGaN系半導体、酸化物であるZnO系半導体、あるいはII-IV族化合物半導体であるZnSSe系半導体などを発光層として用いることができる。GaN系半導体発光素子は、具体的にはGaN、AlN、InN、GaInN、AlInN、AlGaN、AlGaInNであるが、III族元素にBが含まれていてもよく、N以外のV族元素(P、As、Sb、Bi)が含まれていてもよい。中でも、近年青紫色発光素子として盛んに利用されているInGaN半導体を発光層に用いた半導体発光素子は、発光スペクトルがSmの吸収ピークスペクトルとほぼ一致し、さらに発光素子として高い外部量子効率を有し、外部量子効率の最大値を405nmに有するため、最も少ない電力で最大の発光効率を得ることができるため好ましい。
- [0031] また青紫色発光素子としては、固体レーザ、気体レーザ、半導体レーザ素子、発光ダイオード素子、第2高調波を用いた波長変換素子などを用いることができるが、発光スペクトルの線幅が狭く、Smの吸収ピークを効率的に励起することができることから、レーザ素子を用いるのが好ましい。中でも、InGaN半導体を活性層として有する半導体レーザ素子を有するのが特に好ましい。またレーザ素子の形態は、端面発光型あるいは面発光型が好ましい。

[0032] 本発明の発光装置における発光体は、Sm発光吸収体および発光中心材料を担持する役割を果たす媒質を含む。かかる媒質は、上述した役割のほか、当該Sm発光吸収体および発光体の結晶場を制御して吸収・発光波長を最適化する役割を有する。また、発光体に用いられる媒質は、青紫色発光素子からの励起光を低損失で透過することが重要である。本発明における発光体に含まれる媒質としては、カチオンとしてSc、Yまたは典型元素を含み、かつ、アニオンとしてN、OおよびSの少なくとも1つを含む材料(無機固体材料)が好ましい。かかる発光体材料としては、たとえば、GaN、AlN、InGaN、InAlN、InGaAlN、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、GaN<sub>P</sub>、AlN<sub>P</sub>、InGaN<sub>P</sub>、InAlN<sub>P</sub>、InGaAlN<sub>P</sub>、GaNAs、AlNAs、InGaNAs、InAlNAs、InGaAlNAs、GaNAsP、AlNAsP、InGaNAsP、InAlNAsP、InGaAlNAsP、ZnO、MgO、ZnCdO、ZnMgO、ZnCdMgO、ZnS、ZnSe、ZnSSe、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ga}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sc}_2\text{O}_3$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z(\text{O}, \text{N})_{8-z}$  ( $0 < z \leq 4.2$ )、 $\text{M}_x(\text{Si}, \text{Al}, \text{Ga})_{12}(\text{O}, \text{N})_{16}$  ( $\text{M}$ は金属元素、 $0 < x \leq 2$ )が挙げられる。

[0033] 本発明においては、媒質がカチオンとしてSc、Yまたは典型元素を含むことで、発光中心材料の発光効率が向上するという効果を発揮できる。媒質がアニオンとしてNを含む場合には、窒化物ホスト材料の有する化学的安定性、低損失性を利用した発光体を利用でき、Sm発光吸収体の吸収効率および発光体の発光効率がさらに高められた、高効率な発光装置を実現することができる利点がある。また媒質がアニオンとしてOを含む場合には、酸化物ホスト材料の有する高い生産性を利用でき、優れたSm発光吸収体の吸収効率および発光体の発光効率を有するとともに、コスト性にも優れた発光装置を実現することができる利点がある。

[0034] 本発明における発光体に用いられる媒質としては、上記中でも、以下の(1)～(3)のいずれかであることがより好ましい。

- (1) アニオンとしてNおよびOをともに含む。
- (2) Ga、InおよびAlの窒化物のうち少なくとも1つを含む。
- (3) Y、Si、AlおよびZnの酸化物のうち少なくとも1つを含む。

[0035] 本発明における媒質として(1)アニオンとしてNおよびOをともに含む材料を用いることで、窒素物ホスト材料が有する化学的安定性、低損失性と、酸化物ホスト材料が

有する生産性とを兼ね備えることができ、発光効率とコスト性に優れた発光装置を実現することができる。このような材料としては、上記例示した中で、たとえば、 $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z(\text{O}, \text{N})_{8-z}$  ( $0 < z \leq 4.2$ )、 $\text{M}_x(\text{Si}, \text{Al}, \text{Ga})_{12}(\text{O}, \text{N})_{16}$  ( $\text{M}$ は金属元素、 $0 < x \leq 2$ ) が挙げられる。

[0036] また本発明における媒質として(2) Ga、InおよびAlの窒化物のうち少なくとも1つを含む材料を用いることで、Sm発光吸収体の吸収効率および発光効率をさらに向上させることができる。また、窒化物は化学的に安定であるため、信頼性に優れた発光装置を実現することができる。このような材料としては、上記例示した中で、たとえば、GaN、AlN、InGaN、InAlN、InGaAlNが挙げられる。

[0037] また、本発明における媒質として(3) Y、Si、AlおよびZnの酸化物のうち少なくとも1つを含む材料を用いることで、Sm発光吸収体の吸収効率および発光効率を向上させることができる。特に、後述するようにSm発光吸収体を赤色蛍光体としても用いる場合には、赤色純度の高い650nmピークを主波長とすることができ、白色発光における色温度を向上させて優れた演色性を得ることができる。このような材料としては、上記例示した中で、たとえば、ZnO、ZnCdO、ZnMgO、ZnCdMgO、ZnS、ZnSe、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  が挙げられる。

[0038] なお、前記媒質は、発光体が発光する際のエネルギー損失となる多フォノン緩和速度を低減させるためには、フォノンエネルギーの小さな材料が好ましく、特にSm発光吸収体を赤色蛍光体として用いる場合には、色純度に優れた650nmピーク発光を増大させるべく結晶場非対称性の高い固体材料が好ましい。このような観点からは、上記例示した中でも、(2) Ga、InおよびAlの窒化物のうち少なくとも1つを含む材料、または、(3) Y、Si、AlおよびZnの酸化物のうち少なくとも1つを含む材料が媒質として特に好ましい。さらに、本発明における媒質は、上述した材料が複数含まれていてもよい。特に、カチオンとしてGa、In、Al、Y、Si、Znのうちの少なくともいずれかを含み、かつ、アニオンとしてNおよびOをともに有する金属酸窒化物材料は、上述したカチオンを用いることによる利点と、上述したアニオンとしてNおよびOを用いることによる利点とを兼ね備える発光装置を実現できるという格別の効果がある。

[0039] 本発明における発光体は、上述した無機固体材料に換えて、エポキシ樹脂、シリコ

ン樹脂、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂のうちから選ばれる少なくともいずれかを含む有機樹脂を媒質として用いて形成されたものであってもよい。媒質として有機樹脂を用いることによって、前記Sm発光吸収体(および蛍光体)の分散性に優れ、かつ加工性に優れた発光体を得ることができるという利点がある。中でも、またエポキシ樹脂を用いると、吸湿性が低く寸法安定性に優れた媒質とすることができる利点があり、アクリル樹脂を用いると、可視光の透過性が高い媒質とすることができる利点がある。さらに、シリコン樹脂またはポリカーボネート樹脂を用いると、青紫色発光に対する耐久性に優れた媒質とすることができる利点がある。勿論、媒質は上述した有機樹脂を組み合わせて用いてもよい。さらに、結晶場を制御して吸収・発光波長を最適化する役割を有する上述の無機固体材料にSmおよび発光中心材料を付活させ、有機樹脂に分散させてもよい。

- [0040] また、前記媒質としてガラスを用いてもよい。ガラスは有機樹脂と比較して光透過性と耐久性が格段に優れるという利点があり、また、前記Sm発光吸収体、発光体中心材料(および蛍光体)の分散性にも優れ安価であるので、信頼性に優れた発光装置を低成本で製造することができるという利点がある。この場合も、前記Smや発光体中心材料を付活させた無機固体材料をガラスに分散させてもよい。さらに、かかるガラス発光体を上述の有機樹脂で封止してもよく、耐久性が格段に向上する。
- [0041] 本発明における発光体は、白色発光を実現する際の三原色となるRGB蛍光体をさらに含んでいてもよい。このような蛍光体としては、色温度が高く演色性に優れた白色発光を実現することができる観点から、ピーク波長を600—670nm(より好ましくは600—630nm)に有する赤色蛍光体と、ピーク波長を500—550nm(より好ましくは530—550nm)に有する緑色蛍光体と、ピーク波長を450—480nm(より好ましくは450—470nm)に有する青色蛍光体とを含むことが好ましい。
- [0042] 前記赤色蛍光体、前記緑色蛍光体および前記青色蛍光体は、それぞれ上記範囲内のピーク波長を有するような従来公知の適宜の蛍光体を好適に用いることができるが、それぞれ希土類元素を含んでなるのが好ましい。これらの蛍光体がそれぞれ希土類元素を含むことにより、白色発光を構成する三原色(R, G, B)を簡便に得ることができる。

- [0043] 本発明において各蛍光体が含む希土類元素としては、たとえば、Sm、Eu、Tb、Tm、La、Ce、Pr、Nd、Gd、Dy、Ho、Er、Yb、Luなどが挙げられる。
- [0044] 赤色蛍光体の場合には、上記中でもSmおよびEuの少なくともいずれかを発光体中心材料として含むことが好ましい。赤色蛍光体がSmおよびEuの少なくともいずれかを含むことによって、色純度が高く発光効率の高い赤色発光を得ることができるという利点がある。本発明において、Sm発光吸収体は必須の構成要素として発光体に含まれるが、Smは600nm付近の発色ピークを有しており、Sm発光吸収体自身を赤色発光体として用いることができる。また、赤色蛍光体としては、発光効率が高く赤色純度に優れたEuを発光体中心材料として用い、Smからのエネルギー遷移によって共に赤色発光させるようにする構成も好ましい。特に、白色発光を得る場合には、赤色発光は青紫色発光に比べ発光効率が劣るので、赤色蛍光体がSmおよびEuをともに含むように構成することで、白色発光の効率を向上させることもできる。
- [0045] 緑色蛍光体の場合には、上記中でもEr、Eu、Tbを発光体中心材料として含むことが好ましい。緑色蛍光体がEr、Eu、Tbを含むことによって、白色発光の演色性に優れ発光効率が高いという利点がある。
- [0046] 青色蛍光体の場合には、上記中でもTmまたはCeを発光体中心材料として含むことが好ましい。青色蛍光体がTmまたはCeを含むことによって、白色発光の演色性に優れ発光効率が高いという利点がある。
- [0047] なお、本発明に用いる前記赤色蛍光体、前記緑色蛍光体および前記青色蛍光体は、上述した希土類元素以外に、Mn、Cr、V、Tiなどの遷移元素や、上記の希土類元素を含む遷移元素有機金属錯体などを含んでいてもよい。
- [0048] 本発明における蛍光体の添加濃度は、上述したSmと同様に、0.01～10mol%の範囲内であるのが好ましく、0.1～5mol%の範囲内であるのがより好ましい。かかる範囲内の添加濃度を有する蛍光体を含む発光装置は、たとえば蛍光体をかかる濃度範囲で添加した発光体105材料の微粒子を、Smとともに媒質に均一分散させることで実現することができる。あるいは、蛍光体をかかる濃度範囲でSmとともに添加した発光体105材料の粉末を焼結してターゲットを作製し、レーザアブレーション法やスパッタ法など公知の薄膜形成手法により薄膜化してもよい。

[0049] なお、本発明の発光装置は、発光体が前記赤色蛍光体、前記緑色蛍光体および前記青色蛍光体を含んでなるのが好ましいが、RGBのいずれか1または2色のみを含むことによって、任意の可視光を得る発光装置として実現されても勿論よい。

[0050] 図1に示す例の本発明の発光装置100においては、支持基板101上に、励起光を発する光源としての青紫色発光素子102が配置され、その上に、媒質にSm発光吸収体103と、三種の蛍光体(上述した赤色蛍光体、緑色蛍光体、青色蛍光体)104とを均一に付活分散させた発光体105が配置される。本発明の発光装置における青紫色発光素子102の大きさおよび配置は、特に制限されないが、図1にはたとえば300  $\mu$  m角の大きさの半導体レーザ素子を用い、50  $\mu$  mの等間隔でアレイ状に配置されてなる例を示している。発光体105においてSm発光吸収体103と蛍光体104を担持する媒質としては、上述した無機固体材料が好ましく用いられる。支持基板101としては、青紫色発光素子102および発光体105を支持することができるならば、その材質は任意のものを用いることができ、たとえばガラス、プラスチック、セラミックスなどを用いてよい。また、サファイアなどIII族窒化物半導体のエピタキシャル成長用基板を支持基板101に用いることもでき、青紫色発光素子102をアレイ状に作り付けた基板をそのまま支持基板として用いれば、青紫色発光素子102の配置および配線の手間を大幅に省くことができる。また図1に示す例においては、青紫色発光素子102を仕切る隔壁106が設けられる。隔壁106は、当該隔壁106に入射した光が蛍光体を含む媒質に向けて高効率に反射されるように、その表面がたとえばAl、Pt、Agなどの光反射率の高い材料にて形成されるのが好ましい。

[0051] 図3は、本発明の好ましい第二の例の発光装置201を簡略化して示す構造斜視図である。図3に示す例の発光装置201においては、媒質にSm発光吸収体204と三種の蛍光体205とを均一に付活分散させ、これを線状に形成した発光体(線状発光体)202と、この線状発光体202の一端より青紫色の励起光を入射可能に配置された青紫色発光素子203とを基本的に備えるように構成される。線状発光体202を形成する媒質としては、上述した無機固体材料以外に、有機樹脂も好ましく用いることができる。発光装置201において用いる青紫色発光素子203としては、発光ダイオード素子や面発光型半導体レーザ素子を用いることができる。図3に示した例の発光

装置201は、線状白色光源として用いることができる。

[0052] 図4は、本発明の好ましい第三の例の発光装置301を簡略化して示す構造斜視図である。図4に示す例の発光装置301においては、波長変換部としてコア302とクラッド303を有する光ファイバを用い、コア302を導波する励起光の一部がクラッド503側へ漏曳する構造を有する(側面偏光式)と共に、Sm発光吸収体306と、三種の蛍光体307を付活分散させた微粒子状のAlN発光体304をクラッド303に均一に分散させてなる。すなわち、図4に示す例の発光装置301においては、発光体304として光ファイバのクラッド303を利用したものであり、このような構成の発光装置301も本発明の発光装置に包含される。光ファイバとしては、従来公知の適宜のものを用いることができ、特に制限はされないが、Sm発光吸収体および蛍光体を簡便に分散させることができるなどの理由から、コア302がPMMA(ポリメチルメタアクリレート)などのアクリル系樹脂にて形成され、クラッド303がフッ化ビニリデンやPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)などのフッ素系樹脂にて形成された光ファイバ304を用いるのが好ましい。また、フッ化物ガラスやボロンガラス、シリカなどのガラスファイバを用いても本発明の効果を得ることができる。クラッド303には、光拡散材がさらに含有されていてもよい。発光装置301は、この光ファイバを利用した発光体304の一端より青紫色の励起光を入射可能に配置された青紫色発光素子305とを基本的に備えるように構成される。かかる構成を備える発光装置301は、図3に示した例の発光装置201と同様の形状ではあるが、励起光はコア部302を導波して徐々にクラッド部303に浸透して吸収および発光に寄与するため、図3に示した例の発光装置201と比較して長手の発光装置を構成して均一に発光させることができる。図4に示した例の発光装置301は、線状白色光源として用いることができ、従来の蛍光灯に代わる照明光源や、あるいはこれを編み込んでフレキシブルな面状光源としても用いることができる。

[0053] 以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0054] <実施例1>

実施例1では、図1に示した例の発光装置100を作製した。媒質として無機固体材料であるAlNを用い、これにSmを0.2mol%添加し、三種の蛍光体(赤色蛍光体:E

u付活 $\text{Y}_2\text{OS}$ 、緑色蛍光体:Tb付活GaN、青色蛍光体:Tm付活 $\text{Al}_2\text{O}_3$ )を添加して均一に付活分散させた。具体的には、AlN粉末に $\text{Sm}(\text{NO}_3)_3$ を1mol%、Eu付活 $\text{Y}_2\text{OS}$ を3mol%、Tb付活GaNを0.1mol%、Tm付活 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を1mol%添加して均一に分散させた後、温度1500°Cの窒素雰囲気中で焼成し、これをターゲットとしてレーザアブレーション法によりアブレーションする、というようにして、支持基板101上に薄膜状の発光体105を形成した。支持基板101としては、サファイアを用いた。青紫色発光素子102としては、ピーク波長405nmのInGaN半導体を活性層とする半導体レーザ素子であって、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 角の大きさのものを、 $50\text{ }\mu\text{m}$ の等間隔でアレイ状に配置し、光出射面端面が発光体105を向くように実装した。また青紫色発光素子102間は、Alで形成された隔壁106にて仕切るようにした。

[0055] このように構成された本発明の発光装置100において、青紫色発光素子102に80mAの電流を流したところ、出力30mWで波長405nmのレーザ光が発光体105に入射し、発光体105上表面から白色発光が得られた。

[0056] 発光装置100を積分球内に設置し、放射された白色光を集光して全光束量を測定し、これを励起光源である青紫色発光素子102の消費電力で除することによってエネルギー効率 $\eta$ を算出したところ、80[lm/W]であった。

[0057] 白色発光は演色性によって確認した。基準光にCIE昼光(色温度:5000K)を用い、試験色として赤・黄・黄緑・緑・青緑・青紫・紫・赤紫(明度:6、彩度:7)の8色を用いて、発光装置100の演色評価数を

$$R_i = 100 - 4.6 \times \Delta E_i$$

(ここで、iは上記8つの試験色のいずれかを表す符号で、1~8の値をとる)で算出し、各々の演色評価数の総加平均

$$Ra = \sum (i=1 \sim 8) R_i \times 1/8$$

によって評価したところ、本発明の発光装置から放射された白色発光は平均演色性評価数Raが85であった。

[0058] なお、媒質であるAlNは蛍光体ホスト材料としても機能するため、赤色蛍光体としてEuのみ、緑色蛍光体としてTbのみ、青色蛍光体としてTmのみを上述した濃度で付活分散させても、同様の効果が得られた。

[0059] <比較例1>

Smを添加しない以外は実施例1と同様にして発光装置を作製した。実施例1と同様にしてエネルギー効率評価を行ったところ、 $\eta$ は50[lm/W]であった。また、実施例1と同様に測定した平均演色性評価数Raは70であった。

[0060] <実施例2>

実施例2では、図3に示した例の発光装置201を作製した。媒質としてアクリル樹脂を用い、これにSmを0.2mol%添加し、三種の蛍光体(赤色蛍光体:Eu付活 $\text{Y}_2\text{OS}_2$ 、緑色蛍光体:Eu付活 $3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Mn})\text{O}\cdot8\text{Al}_2\text{O}_3$ 、青色蛍光体:Ag付活 $\text{ZnS}$ )を添加して均一に付活分散させた。具体的には、金属Smを1mol%、Eu付活 $\text{Y}_2\text{OS}_2$ を3mol%、Eu付活 $3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Mn})\text{O}\cdot8\text{Al}_2\text{O}_3$ を0.1mol%、Ag付活 $\text{ZnS}$ を1mol%アクリル樹脂中に均一分散させた後硬化させ、これを直径3mmに整形するというようにして、線状発光体202を形成した。青紫色発光素子205としては、ピーク波長405nmのInGaN半導体を活性層とする半導体レーザ素子を用い、線状発光体202の一端より青紫色の励起光を入射可能に配置した。

[0061] このように構成された本発明の発光装置201において、青紫色発光素子205に80mAの電流を流したところ、出力30mWで波長405nmのレーザ光が線状発光体202の一端より入射し、線状発光体202の側面およびレーザ光を入射したのと反対側の端面から白色発光が得られた。白色発光は、実施例1と同様にして確認した。

[0062] なお、SmをSm付活GaNとして、固体発光体材料に付活させた形態としても同様の効果が得られた。

[0063] <実施例3>

実施例3では、図4に示した例の発光装置301を作製した。発光体304としては、コア302およびその外周部を同心円状に被覆したクラッド303よりなる光ファイバであつて、クラッドにはSm発光吸収体および三種の蛍光体(赤色蛍光体:粒径8nmの $\text{Zn}_{0.1}\text{Cd}_{0.9}\text{Se}$ ナノ粒子を3mol%、緑色蛍光体:粒径8nmの $\text{In}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ ナノ粒子を0.1mol%、青色蛍光体:粒径4.5nmのInNナノ粒子を1mol%)を粒子状のAlNに均一に分散させたものを用いた。光ファイバは、コア(導径:0.2mm)がPMMAで形成され、クラッド(導径:0.5mm)がPTFEで形成され、クラッド303の屈折率がコア302よ

りも小さいものを用いた。また、コア302を導光するレーザ光の一部がクラッド303に漏洩するよう、クラッドにおけるフッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンの重合体比を調整した。青紫色発光素子305としては、ピーク波長405nmのInGaN半導体を活性層とする半導体レーザ素子を用い、光ファイバの一端より青紫色の励起光を入射可能に配置した。

[0064] このように構成された本発明の発光装置301において、青紫色発光素子305に80mAの電流を流したところ、出力30mWで波長405nmのレーザ光がコア302の一端より入射し、クラッド303から白色発光が得られた。白色発光は、実施例1と同様にして確認した。

[0065] <実施例4>

媒質として無機固体材料であるGaNを用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ75 [lm/W] および85であった。

[0066] <実施例5>

媒質として無機固体材料であるIn<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Nを用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ70 [lm/W] および80であった。

[0067] <実施例6>

媒質として無機固体材料であるIn<sub>0.05</sub>Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.85</sub>Nを用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および85であった。

[0068] <実施例7>

媒質として無機固体材料であるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および90であった。

[0069] <実施例8>

媒質として無機固体材料であるGaN<sub>0.95</sub>P<sub>0.05</sub>を用いた以外は、実施例1と同様にして

図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および85であった。

[0070] <実施例9>

媒質として無機固体材料であるAlN<sub>0.95</sub>P<sub>0.05</sub>を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ85 [lm/W] および90であった。

[0071] <実施例10>

媒質として無機固体材料であるIn<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.95</sub>P<sub>0.05</sub>を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および85であった。

[0072] <実施例11>

媒質として無機固体材料であるIn<sub>0.1</sub>Al<sub>0.9</sub>N<sub>0.95</sub>P<sub>0.05</sub>を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ85 [lm/W] および90であった。

[0073] <実施例12>

媒質として無機固体材料であるIn<sub>0.05</sub>Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.85</sub>N<sub>0.95</sub>P<sub>0.05</sub>を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および85であった。

[0074] <実施例13>

媒質として無機固体材料であるZnOを用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ75 [lm/W] および85であった。

[0075] <実施例14>

媒質として無機固体材料であるMgOを用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率

$\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および85であった。

[0076] <実施例15>

媒質として無機固体材料である $Zn_{0.95} Cd_{0.05} O$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ75 [lm/W] および85であった。

[0077] <実施例16>

媒質として無機固体材料である $Mg_{0.95} Zn_{0.05} O$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および90であった。

[0078] <実施例17>

媒質として無機固体材料である $Mg_{0.9} Zn_{0.05} Cd_{0.05} O$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および90であった。

[0079] <実施例18>

媒質として無機固体材料であるZnSを用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ80 [lm/W] および85であった。

[0080] <実施例19>

媒質として無機固体材料である $ZnS_{0.9} Se_{0.1}$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ75 [lm/W] および80であった。

[0081] <実施例20>

媒質として無機固体材料である $Y_2 O_3$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率  $\eta$  および平均演色評価数Raは、それぞれ85 [lm/W] および90であった。

[0082] <実施例21>

媒質として無機固体材料である $Al_2 O_3$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1

に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率 $\eta$ および平均演色評価数Raは、それぞれ85[lm/W]および90であった。

[0083] <実施例22>

媒質として無機固体材料である $\text{SiO}_2$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率 $\eta$ および平均演色評価数Raは、それぞれ75[lm/W]および80であった。

[0084] <実施例23>

媒質として無機固体材料である $\text{Ga}_2\text{O}_3$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率 $\eta$ および平均演色評価数Raは、それぞれ85[lm/W]および90であった。

[0085] <実施例24>

媒質として無機固体材料である $\text{Sc}_2\text{O}_3$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率 $\eta$ および平均演色評価数Raは、それぞれ75[lm/W]および80であった。

[0086] <実施例25>

媒質として無機固体材料である $\text{In}_2\text{O}_3$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率 $\eta$ および平均演色評価数Raは、それぞれ80[lm/W]および85であった。

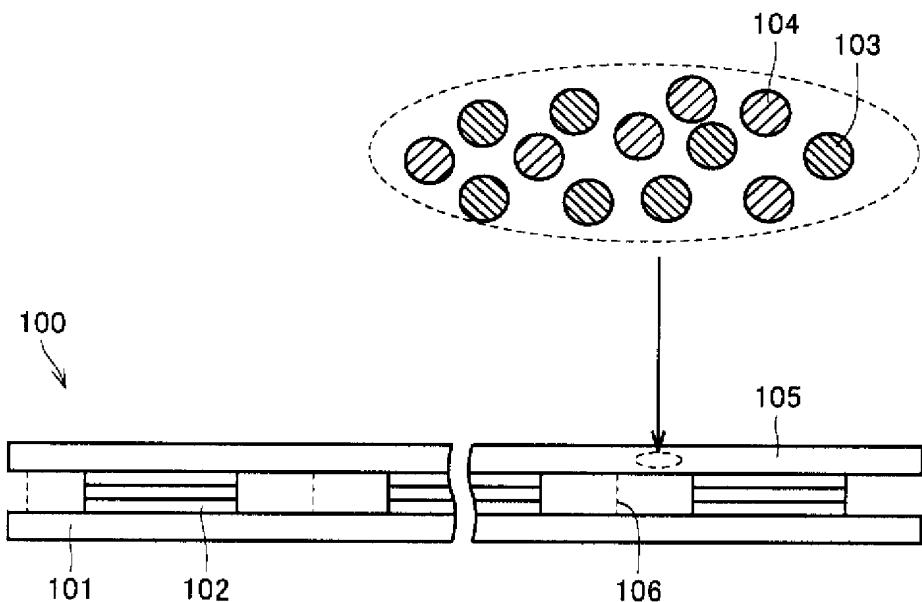
[0087] <実施例26>

媒質として無機固体材料である $\alpha\text{-SiAlON}$ を用いた以外は、実施例1と同様にして図1に示した例の発光装置100を作製した。実施例1と同様にして評価したエネルギー効率 $\eta$ および平均演色評価数Raは、それぞれ85[lm/W]および90であった。

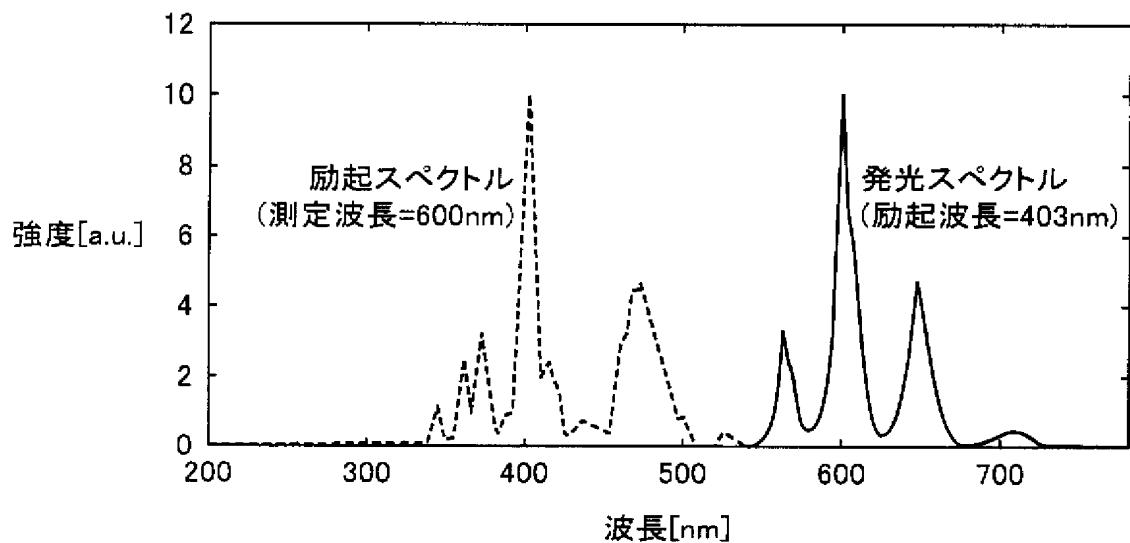
## 請求の範囲

- [1] 青紫色発光を呈する半導体励起光源(102)と、Smを含む前記青紫色発光の吸収体(103)を有する固体材料発光体(105)とを備える発光装置(100)。
- [2] 前記青紫色発光は、ピーク波長を398～412nmに有する請求項1に記載の発光装置(100)。
- [3] 前記青紫色発光を呈する半導体励起光源(102)は、InGaN半導体を活性層とする半導体レーザ素子である、請求項2に記載の発光装置(100)。
- [4] 前記固体材料発光体(105)は、カチオンとしてSc、Yまたは典型元素を含み、かつ、アニオンとしてN、OおよびSのうち少なくとも1つを含む請求項1に記載の発光装置(100)。
- [5] 前記固体材料発光体(105)は、アニオンとしてNおよびOをともに含む、請求項4に記載の発光装置(100)。
- [6] 前記固体材料発光体(105)は、Ga、InおよびAlの窒化物のうち少なくとも1つを含む請求項4に記載の発光装置(100)。
- [7] 前記固体材料発光体(105)は、Y、Si、AlおよびZnの酸化物のうち少なくとも1つを含む請求項4に記載の発光装置(100)。
- [8] 前記固体材料発光体(105)は、ピーク波長を600～670nmに有する赤色蛍光体と、ピーク波長を500～550nmに有する緑色蛍光体と、ピーク波長を450～480nmに有する青色蛍光体とを含む請求項1に記載の発光装置(100)。
- [9] 前記赤色蛍光体、前記緑色蛍光体および前記青色蛍光体は、希土類元素を含んでなる請求項8に記載の発光装置(100)。
- [10] 前記赤色蛍光体はSmおよびEuの少なくともいずれかを含む請求項8に記載の発光装置(100)。

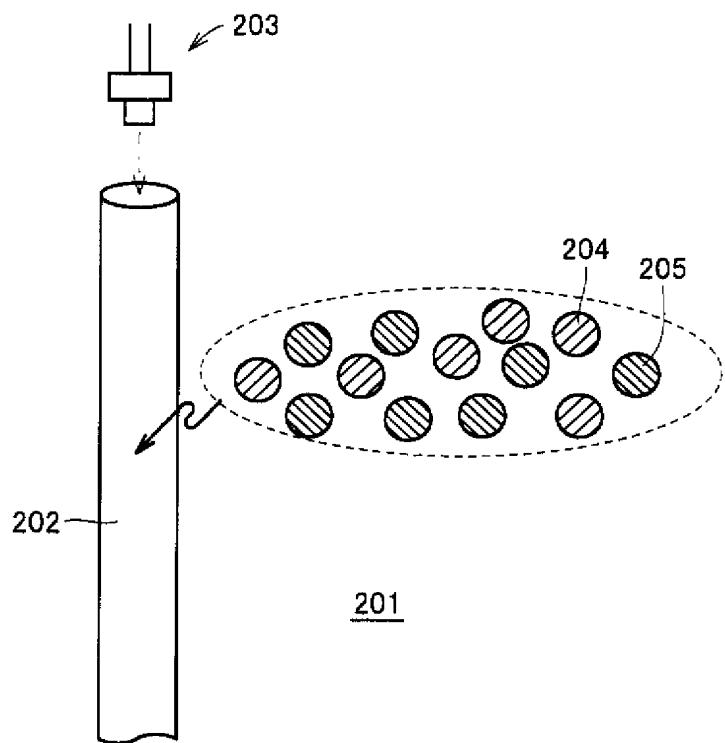
[図1]



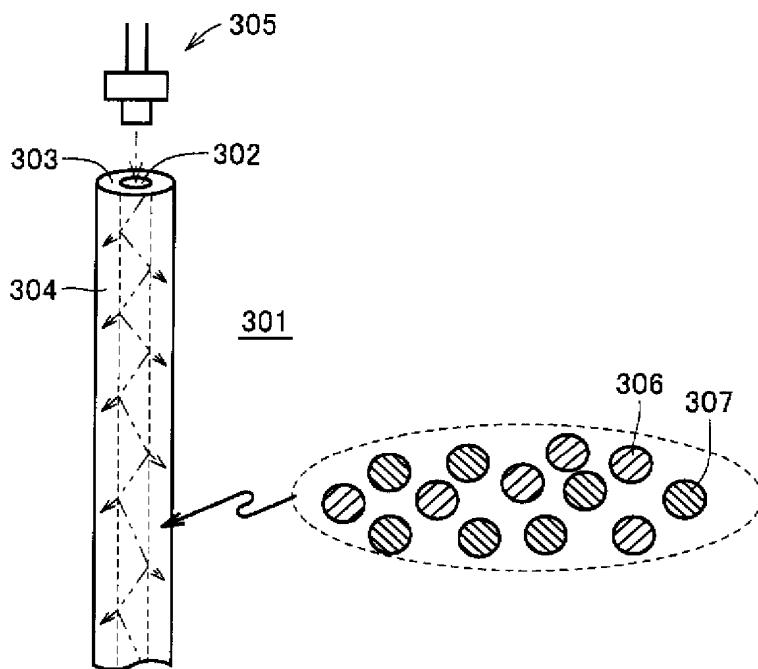
[図2]



[図3]



[図4]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/005103

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00, C09K11/08, 11/62, 11/64, H01S5/022

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L33/00, H01S5/00-5/50, C09K11/00-11/89

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2003/032407 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 April, 2003 (17.04.03), Page 11, line 12 to page 16, line 23 & EP 1447853 A1 & TW 0573371 B	1-3, 8-10 4-7
Y	JP 2004-071726 A (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 04 March, 2004 (04.03.04), Par. No. [0037] & US 2004/0135504 A1 & EP 1433831 A1 & WO 2003/080764 A1 & CA 2447288 A1	4, 7

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 June, 2005 (13.06.05)

Date of mailing of the international search report  
28 June, 2005 (28.06.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP2005/005103

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-363554 A (Independent Administrative Institution National Institute for Materials Science), 18 December, 2002 (18.12.02), Full text & US 2003/0030038 A1 & US 2003/0168643 A1 & EP 1264873 A2	5, 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L33/00, C09K11/08, 11/62, 11/64, H01S5/022

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L33/00, H01S5/00-5/50, C09K11/00-11/89

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	WO 2003/032407 A1 (松下電器産業株式会社) 2003.04.17,	1-3, 8-10
Y	第11頁第12行～第16頁第23行 & EP 1447853 A1 & TW 0573371 B	4-7
Y	JP 2004-071726 A (日亜化学工業株式会社) 2004.03.04, 段落【0037】 & US 2004/0135504 A1 & EP 1433831 A1 & WO 2003/080764 A1 & CA 2447288 A1	4, 7
Y	JP 2002-363554 A (独立行政法人物質・材料研究機構) 2002.12.18, 全文 & US 2003/0030038 A1 & US 2003/0168643 A1 & EP 1264873 A2	5, 6

「C欄の続きにも文献が列挙されている。

「パテントファミリーに関する別紙を参照。」

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.06.2005

国際調査報告の発送日

28.06.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

門田 かづよ

2K 3412

電話番号 03-3581-1101 内線 3255